

Partial English Translation of
LAID OPEN unexamined
JAPANESE PATENT APPLICATION
Publication No. 61-59793

From line 16 of the upper right column to line 20 of the lower right column on page 2

[Embodiments]

Figure 1 is a diagram showing a structure of the energy band of a heterojunction bipolar transistor. Figures 1(a), 1(b) and 1(c) refer to the thermal equilibrium state, the saturation state, and the active state thereof, respectively. In the saturation state of Figure 1(b), electrons are injected into the base region from the emitter region and the collector region while holes are confined as a base current carrier. The electrons and the holes, which are confined in a region where the band gap energy is lower, recombine to emit light and cause laser oscillation by a resonator provided in the base or a portion therearound. On the other hand, when the state is transited into the active state shown in Figure 1(c), a reverse bias is applied to the base/collector junction to spread the depletion layer. Accordingly, the electrons that are injected from the emitter region are rapidly absorbed into the collector region without recombining with the holes. In other words, a transistor operation without light emission is performed in the active state.

An object of the present invention is to control supply of the base

current, that is, holes, into the base region.

Figure 2 illustrates the first embodiment according to the present invention. In Figure 2, an n-type InP substrate denoted by reference number 201 and an n-type In epitaxial layer denoted by reference number 202 together form a collector layer. Further, in the drawing, reference number 203 denotes a p-type InGaAsP layer serving as a base layer (active layer) and reference number 204 denotes an n-type InP layer serving as an emitter layer. Reference numbers 205 and 206 in the drawing denote each graft base layer located independently from the base layer 203, and reference numbers 207, 208, 209 and 210 denote a collector electrode, an emitter electrode, a base electrode 1 and a base electrode 2, respectively. Reference number 211 in the drawing denotes an insulating film. Moreover, a Fabry-Perot resonator is formed between reference numbers 212 and 213.

In Figure 2, the hole, which are supplied from the base electrodes into the base layer (active layer) 203 through the graft base layers 205 and 206, combine with electrons that are injected from the emitter layer and the collector layer to the base layer 203, to emit a light $h\nu$ whose wavelength is in proportion to that of the bandgap energy E_{g2} shown in Figure 1(a). Since the base layer 203 is surrounded at both sides and upper and lower portions thereof by InP having a lower refractivity, light is confined in the base layer (active layer) 203 and is resonated by the Fabry-Perot resonators 212 and 213. Accordingly, the light is emitted from the end facet thereof as a laser light.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(51) Intl. Cl.: H01S 3/18

(22) Application date: 30.08.84

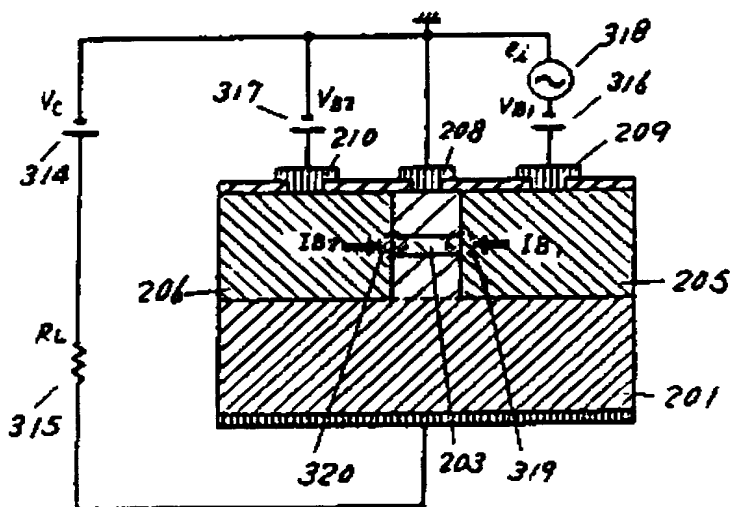
(30) Priority:	(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(43) Date of application publication: 27.03.86	(72) Inventor: SHIBATA ATSUSHI MORI YOSHIHIRO IGA KENICHI
(84) Designated contracting states:	(74) Representative:

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT
EMITTING ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable the light-emitting position to be changed, by supplying a base region of a transistor having one or more heterojunctions with current from a plurality of independent base electrodes.

CONSTITUTION: A base layer (active layer) 203 is provided between collector layer 201 and 202 and an emitter layer 204. Graft-base layers 205 and 206 are then provided on both sides of the base layer 203. Light is emitted at a laser light emitting position 319 by the current IB1 from the graft-base layer 205. On the other hand, light is emitted at a laser light emitting position 320 by the current IB2 from the graft-base layer 206. The currents IB1 and IB2 can be changed by means of a single 318 so as to also change the positions where laser light is emitted. Further, it is also possible to change the light emittance at the positions 319 and 320 in the same way.



COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-59793

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)3月27日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体発光素子

⑰ 特 願 昭59-181306

⑱ 出 願 昭59(1984)8月30日

⑲ 発 明 者	柴 田 淳	門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	森 義 弘	門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	伊 賀 健 一	町田市つくし野2-33-10
⑳ 出 願 人	松下電器産業株式会社	門真市大字門真1006番地
㉑ 代 理 人	弁理士 中尾 敏男	外1名

明 細 書

1、発明の名称

半導体発光素子

2、特許請求の範囲

(1) エミッタ領域とベース領域とコレクタ領域を備え、すくなくとも1つ以上のヘテロ接合を有するトランジスタの前記ベース領域へのベース電流を独立した複数のベース電極から供給し、前記ベース領域あるいは前記ベース領域を囲む領域に光の共振装置を具備した半導体発光素子。

(2) エミッタ領域およびコレクタ領域は、ベース領域よりもバンドギャップエネルギーが大きい半導体材料より成る特許請求の範囲第1項に記載の半導体発光素子。

(3) ベース電極から供給するベース電流を制御することによって、発光強度を可変する特許請求の範囲第1項に記載の半導体発光素子。

(4) ベース電極から供給する各々のベース電流の大きさを制御することによって、発光位置を可変する特許請求の範囲第1項に記載の半導体発光素子。

子。

(5) ベース領域にエミッタ領域あるいはコレクタ領域より注入される電流キャリアを、前記ベース領域の特定箇所に選択的に集中させる電流狭窄部あるいは電流阻止部を具備した特許請求の範囲第1項に記載の半導体発光素子。

(6) 電流狭窄部あるいは電流阻止層によって複数のベース領域に分離し、前記複数のベース領域への各々のベース電流を制御することによって発光位置を可変する特許請求の範囲第5項に記載の半導体発光素子。

(7) ベース層の複数の発光位置に対応して光導波路層と回折格子とを備えた特許請求の範囲第1項に記載の半導体発光素子。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は半導体発光素子に関するものであり、特に発光位置を制御できる点から光情報処理分野に利用できるものである。

従来例の構成とその問題点

半導体発光素子である半導体レーザの研究開発の方向は、動的単一モード化や非点収差の改善と可視半導体レーザあるいは高出力化といったテーマで通信系および情報処理関連における素子特性の向上が主である。これらの要求から、半導体レーザは、構造と材料の面から多くの種類のものが発表されている。

半導体レーザの発光は、活性層と呼ばれる屈折率および利得の大きい半導体層から放射される。

しかし、その発光位置を離散的あるいは連続に変換することは、活性層およびクラッド層の構造、更に電流注入する利得から困難であった。従来、発光の放射角を変換することについては、回折格子を用いて発振波長を光帰還、温度、圧力あるいは磁場などによって変化させることによって、光の放射角を変化させることが発表されている（例えば特公昭59-10596号）。この方法によれば、100Åの波長シフトによって2°の角度変化が得られるとしている。この従来例では、発振波長を変化させねばならず、単一波長が要求

される光通信あるいは光情報処理分野には不適当であった。また発光位置を変換することはできない。

発明の目的

本発明は、従来例の欠点に鑑みて成されたものであり、発振波長を変化させることなくレーザ光の発光位置を変えることを目的とする。

発明の構成

本発明は、エミッタ領域、ベース領域、コレクタ領域を備えすくなくとも1つ以上のヘテロ接合を有するトランジスタのベース領域へのベース電流を独立した複数のベース電極から供給し、ベース領域あるいはベース領域を囲む領域に光の共振装置を具備することにより、トランジスタの発光位置を変化させることを可能とするものである。

実施例の説明

第1図に、ヘテロ接合バイポーラ・トランジスタのエネルギー・バンド構造図を示す。第1図(a)は、熱平衡状態、同図(b)は飽和状態、同図(c)は能動状態をそれぞれ示す。第1図(b)に示す飽和状態

において、ベース領域にはエミッタとコレクタより電子が注入され同時にベース電流キャリアとして正孔がとじ込められる。バンド・ギャップ・エネルギーの低い所にとじ込められた電子と正孔は、再結合によって発光を生じベースあるいはその周囲に設けられた光の共振装置によってレーザ発振を生起させる。一方、第1図(c)に示す能動状態に遷移すると、ベース・コレクタ接合は逆バイアス電圧が加わり空乏層が広がっている。したがって、エミッタより注入された電子は、正孔と再結合することなく急速にコレクタに吸い込まれる。すなわち、能動状態は発光現象を伴わず、いわゆるトランジスタ動作を行なう。

本発明は、ベース領域へのベース電流いわゆる正孔の供給を制御するところに目的がある。

第2図は、本発明に係る第1の実施例を示すものである。第2図に於て、201はn型のInP基板202はn型のInPエピタキシャル層で201と202とでコレクタ層を形成する。更に同図に於て203はp型のInGaAsP層でベース

層（活性層）を示し、204はn型のInP層でエミッタ層を示す。同図に於て205及び206は、ベース層203に対して独立に存在するグラフト・ベース層を示し、207、208、209および210は、コレクタ電極、エミッタ電極、ベース電極1、ベース電極2をそれぞれ示す。同図に於て211は絶縁膜を示している。さらに、212および213間はフアブリ・ペロー共振器が構成されている。

さて、第2図に於て、ベース電極からグラフト・ベース層205、206を経てベース層（活性層）203に供給される正孔は、エミッタ層およびコレクタ層からベース層203に注入される電子と再結合し、第1図(a)に示すバンド・ギャップ・エネルギー E_g に比例した波長の光 $h\nu$ を発する。光はベース層203が上下左右を屈折率の低いInPで囲まれているのでベース層（活性層）203内にとじ込められ、フアブリ・ペロー共振器212、213によって共振させられるのでレーザ光として端面より放射される。

第3図は、本発明に係る半導体発光素子へのバイアス電圧の印加例を示す。独立に設けたグラフト・ベース層205, 206には、電極209, 210を介してエミッタ電極208に対してバイアス電圧 V_{B1} (316)と V_{B2} (317)が、コレクタ層201には負荷抵抗 R_L (315)を介してバイアス電圧 V_C (314)が印加される。バイアス電圧 V_{B1} と V_{B2} とが等しければ、ベース電流 I_{B1} と I_{B2} が等しくなるので、ベース層203とグラフト・ベース層205, 206との接触部近傍において等しい強さのレーザー発光319, 320を得る。

この状態で、ベース電極1(209)にバイアス電圧 V_{B1} (316)と信号電圧 e_i (318)を加える。信号電圧 e_i (318)が、エミッタに対して正に大きくなった場合、ベース電流 I_{B1} は I_{B2} よりも大きくなる。その結果、グラフト・ベース205側のベース層の利得が増大してレーザー発光319は、レーザー発光320よりも強くなる。逆に、信号電圧 e_i (318)がエミッタに対して負に大き

くなった場合、ベース電流 I_{B1} は I_{B2} よりも小さくなる。その結果、グラフト・ベース205側のベース層の利得が減少してレーザー発光319は、レーザー発光320よりも弱くなる。バイアス電圧 V_{B1} (316), V_{B2} (317)をレーザー発振しきい値近傍に設定しておけば、信号電圧 e_i (318)の大小によってレーザー発光位置を319と320との間で振らすことができる。

また、ベース電流 I_{B1} と I_{B2} とを等しくしてその総和量の大きさを可変することによって、レーザー発光位置319と320の各々の発光量を等しくしたままで可変することができる。

第4図は、本発明に係る第2の実施例を示す。基本的な構造は第2図に示す実施例と同じであるが、レーザー発光位置319および320を信号電圧 e_i (318)によって明確に変位させるために、ベース層203に注入される電子を正孔と再結合しやすいように電流狭窄層421もしくは電流阻止層421を形成している。本実施例では、電流阻止層421を使用して、ベース層に注入される

電子をグラフト・ベース層205および206側にスプリットさせるようにしている。電流阻止層421は、高抵抗層などを用いれば良く、エミッタ層204あるいはコレクタ層201内にエビタキシャル成長法などによって形成することができる。このような電流阻止層あるいは電流狭窄層421を設けることによって、レーザー発光位置319および320を一層明確に変位させることが可能となる。

第5図は、本発明に係る第3の実施例を示すものであり、いわゆる面発光型レーザーに適用した場合を示す。第5図に於て、201はコレクタ、204はエミッタ、203はベース、207はコレクタ電極、208はエミッタ電極、209および210は各々ベース電極1およびベース電極2、319と320はレーザー発光、522および523は多層膜(例えば、 InP と InGaAsP あるいは AlGaAs と GaAs による多層膜)を示し、共振器を形成している。エミッタ電極208とコレクタ電極207が対向している線上の近傍のベ

ース電極209および210より供給されるベース電流によって、発光を生じ共振器522および523によってレーザー発光となり、レーザー発光319と320を生じる。共通エミッタとして定電流源を接続した回路に於ては、ベース電極209および210に印加する電圧の大小に応じて発光319および320を変化させ、発光位置を明確に可変することができる。

第6図は、本発明に係る第4の実施例を示す。基本的な構造は第2図に示す実施例と同じであるが、レーザー発光位置319および320を信号電圧 e_i (318)によって明確に変位させるためにベース層203に注入される電子を正孔と再結合しやすいように電流阻止層624を形成し、ベース層をベース層203とベース層203'とに分割している。本実施例では、第4図に示した本発明の第2の実施例と異なり、ベース層203を電流阻止層624によってベース層203とベース層203'とに完全に分割した点にある。この分割によって光のカップリングによるモード不安定性を

なくしてレーザー発光位置319および320をより一層明確に変位させることが可能となる。

第7図は、本発明に係る第5の実施例を示す。基本的な構造は第6図に示す実施例と同じであるが、レーザー発光位置319および320に対応してコレクタ層201側に回折格子 G_1 , G_2 を介して光導波路層および726を形成した。本実施例では、第6図に示した本発明の第4の実施例と異なり、ベース層203を電流阻止層724によってベース層203と203'とに分離してそれに対応して光導波路層725および726を設けた点に特徴がある。これによって、光導波路層725および726を介して光の授受を可能にするものである。なお、発光位置に対応した光導波路層は、エミッタ側に設けても良い。また、光導波路層725, 726は、分離したベース層203, 203'に対応するだけでなく、第2図に示す第1の実施例のような分離されていないベース層203に対しても形成することができる。

以上のように、p型化合物半導体例えばInGaAsP

種のメモリ効果を示すものであって、今後のオプトエレクトロニクス技術、特に情報処理関連における光論理子への応用、あるいは光学ピック・アップへの応用などが考えられ、価値あるものである。なお、本発明の実施例では、InPとInGaAsP系を用いていたがAlGaAsとGaAsあるいはAlInPとAlInGaPなどにおいても同様の素子構造と特性を得ることができる。また、npn型トランジスタを実施例に出したがppn型トランジスタであっても同様の効果が得られる。

4、図面の簡単な説明

第1図(a)~(c)は本発明に係る半導体発光素子のバンド・ギャップ・エネルギー構造図、第2図は本発明に係る半導体発光素子の第1実施例の断面図、第3図は本発明に係る半導体発光素子のバイアス状態図、第4図は本発明に係る半導体発光素子の第2実施例の断面図、第5図は本発明に係る半導体発光素子の第3実施例の断面図、第6図は本発明に係る半導体発光素子の第4実施例の断面図、第7図は本発明に係る半導体発光素子の第5

あるいはGaAsより成るベース層(活性層)をそれよりもバンド・ギャップ・エネルギーの大きな化合物半導体例えばInPあるいはAlGaAsより成るエミッタ層とコレクタ層で囲み、ベース層に対して独立に設けたグラフト・ベース層よりそれぞれ電流供給できるように構成したヘテロ接合バイポーラ・トランジスタが飽和動作状態に於て、光の共振装置によってベース層内でレーザー発光するように構成することにより容易に、発光位置を変化させることができる。また、発光位置に対応して設けた複数の光導波路によって光の授受が行なえる。更に、光のカップリングの影響を考慮したベース層203が分離されていない形状では、その活性層幅を多モード横発振が可能な長さに設定することが望ましい。

発明の効果

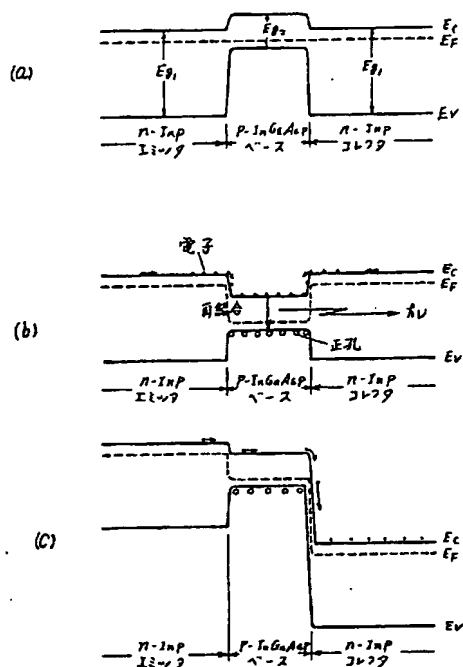
本発明は、ベース層(活性層)に対して独立に設けたグラフト・ベース層あるいはベース電極によってベース電流を制御することでレーザー発光位置を変位させることができる。このことは、一

実施例の断面図である。

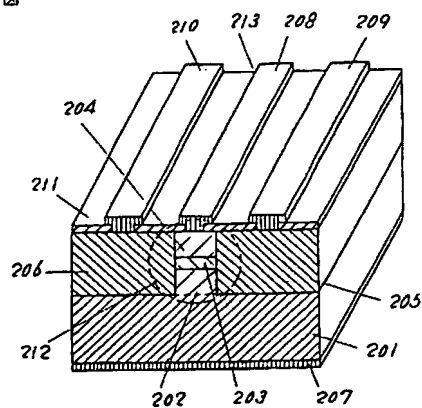
201(202)……コレクタ層、203, 203'……ベース層(活性層)、204……エミッタ層、205, 206……グラフト・ベース層、207……コレクタ電極、208……エミッタ電極、209……ベース電極1、210……ベース電極2、211……絶縁膜、212, 213……光共振装置、314……コレクタ電圧、315……負荷抵抗、316……ベース電圧1、317……ベース電圧2、318……信号電圧、319, 320……レーザー発光位置、421, 624……電流阻止層(電流狭窄層)、522, 523……多層膜(光共振装置)、725, 726……光導波路層。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

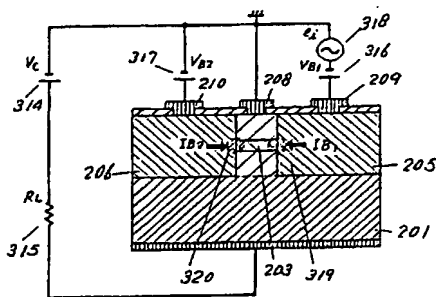
第 1 図



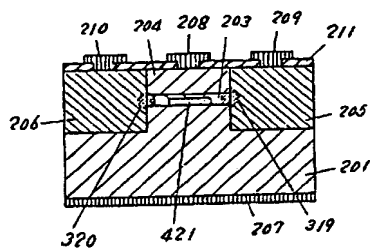
第 2 図



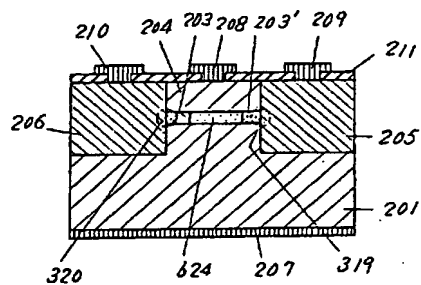
第 3 図



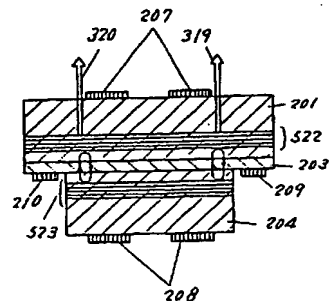
第 4 図



第 6 図



第 5 図



第 7 図

